

**(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(11) 4-91443 (A) (43) 24.3.1992 (19) JP

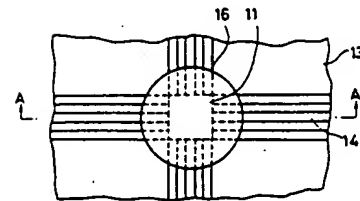
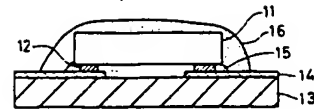
(21) Appl. No. 2-204541 (22) 1.8.1990

(71) TOSHIBA CORP (72) MIKI MORI(4)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> H01L21/56

**PURPOSE:** To obtain a semiconductor device having excellent thermal impact resistance and moisture resistance by providing steps of sealing a bump with first resin composition, and covering the first composition with second resin composition containing solvent while holding a state connected to an insulating board.

**CONSTITUTION:** A method of manufacturing a semiconductor device having an insulating board 13, a semiconductor element 11 face down-connected to wirings 14 formed on the board 13 through a bump 12, and resin composition 15 for sealing the bump 12, has steps of sealing the bump 12 with the composition 15, and covering the composition 15 with second resin composition 16 containing solvent while holding a state connected to the board 13. For example, a gap between the element 11 and the board 13 is immersed with epoxy resin 15 containing no solvent as first resin composition in a semicured state. Then, phenol curable epoxy resin 16 is used as the second composition, and the resins 15, 16 are, after the resin 15 is so covered as not to be exposed, simultaneously primarily cured.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-91443

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 21/56

識別記号 庁内整理番号  
R 6412-4M

⑭ 公開 平成4年(1992)3月24日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平2-204541

⑰ 出 願 平2(1990)8月1日

⑱ 発 明 者 森 三 樹 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

⑲ 発 明 者 斉 藤 雅 之 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

⑳ 発 明 者 カオ・ミン・タイ 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

㉑ 発 明 者 坂 本 次 雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

㉒ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉓ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外3名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

絶縁基板と、この絶縁基板に形成された配線にパンプを介してフェイスダウンに接続された半導体素子と、前記パンプを封止する樹脂組成物とを有する半導体装置の製造方法において、第1の樹脂組成物で前記パンプを封止する工程と、前記絶縁基板に接合した状態を保ちつつ前記第1の樹脂組成物を溶剤を含む第2の樹脂組成物で覆う工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は、絶縁基板と半導体素子とがフリップチップ方式で接続された半導体装置の製造方法に関する。

(従来の技術)

近年、半導体集積回路技術の進歩により、端子数が100を超える半導体素子やパッドピッチが100 $\mu$ m以下の半導体素子が出現してきている。それに伴い半導体素子の実装密度を高めるために、組立て時に電極の数に依存せず、一度にボンディングが可能でチップの実装が極めて小容量にできる、フリップチップ方式、ビームリード方式、テープキャリア方式等のワイアレスボンディングが注目されている。特にフリップチップ方式は他の方式のものよりボンディング強度が強く、信頼性が高いので期待されている。

第5図にはフリップチップ方式を用いた従来の半導体装置の一例が示されている。

半導体素子1にはPb-Sn等の半田パンプ2が形成されている。そしてパンプ2と、絶縁基板3に設けられた配線4とが相対向して接合している。このように構成された半導体装置では、半導体素子1と絶縁基板3との接合部であるパンプ2の接点柔軟度が低く、半導体素子1と絶縁基板3

との熱膨張係数の不一致からパンプ 2 に熱歪みが生じ易いので接合不良が発生したり、最悪の場合には疲労破壊するという問題があった。

そこで、第 6 図に示すように絶縁基板 3 と半導体素子 1 との間の隙間に保護用の樹脂 5 を充填してパンプ 2 を補強する半導体装置が考え出された。このような半導体装置では、絶縁基板 3 と半導体素子 1 との間の隙間が狭いので、樹脂 5 を隙間に充填するために、樹脂 5 の粘度を低くする必要があった。

粘度を低くするには樹脂 5 の充填剤の含有量を減らせばよい。しかしながらこのような樹脂 5 でパンプ 2 を封止すると、樹脂 5 の充填材の含有量が減った結果、樹脂 5 と絶縁基板 3 との熱膨張係数の差、樹脂 5 と半導体素子 1 との熱膨張係数の差が大きくなり、熱ストレスに弱くなり信頼性が低下する。たとえば、多量の樹脂 5 を用いてパンプ 2 を封止した半導体装置に熱衝撃試験を行ったところ、樹脂 5 やパンプ 2 に亀裂が入るという結果を招いた。また、熱衝撃試験でパンプ 2 に亀裂

- 3 -

脂と絶縁基板及び半導体素子とのそれぞれの熱膨張係数の差が大きいため熱ストレスに弱く、亀裂が生じ易くなり、信頼性が低下するという問題があった。また、溶剤が混合した樹脂でパンプを封止した半導体装置もあったが、このような半導体装置では溶剤が揮発する際に生じる発泡による断線や、樹脂内に残ったボイドに起因する水分浸入により信頼性が低下するという問題があった。

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、耐熱衝撃性、耐湿性に優れた半導体装置の製造方法を提供することにある。

#### 〔発明の構成〕

##### （課題を解決するための手段）

上記の目的を達成するために、本発明の半導体装置の製造方法は、絶縁基板と、この絶縁基板に形成された配線にパンプを介してフェイスダウンに接続された半導体素子と、前記パンプを封止する樹脂組成物とを有する半導体装置の製造方法において、第 1 の樹脂組成物で前記パンプを封止

- 5 -

が入らない程度の量の樹脂 5 を用いてパンプ 2 を封止した半導体装置では、封止性が悪くなり信頼性が低下する。たとえば、高温高湿試験を行ったところ、樹脂 5 内に水分が容易に浸入した。

また、樹脂 5 に溶剤を混合しても粘度を低くすることができる。しかしながらこのような樹脂 5 でパンプ 2 を封止すると、絶縁基板 3 と半導体素子 1 との間の隙間が狭いので、樹脂 5 が硬化するときに溶剤が完全に揮発しなかったり、溶媒が揮発するときの発泡により接合不良が生じたり、または溶剤が揮発するときに発生したボイドが完全に消滅せず、これが原因して樹脂 5 中に水浸入路が形成され、装置の信頼性が低下するという問題があった。とくに高温高湿に対する信頼性が悪かった。

##### （発明が解決しようとする課題）

上述の如くパンプを樹脂で封止するには、樹脂の粘度を下げる必要があった。そのために充填剤の含有量が少ない樹脂でパンプを封止した半導体装置があったが、このような半導体装置では樹

- 4 -

する工程と、前記絶縁基板に接合に保ちつつ前記第 1 の樹脂組成物を溶剤を含む第 2 の樹脂組成物で覆う工程とを有することを特徴とする。

##### （作用）

本発明によれば、パンプを封止している第 1 の樹脂組成物を第 2 の樹脂組成物で覆ったので、第 1 の樹脂組成物自身または第 1 の樹脂組成物と絶縁基板との界面から浸入する水分等を防止できる。また、第 2 の樹脂組成物は溶剤を含むので硬化する際に比重の重い充填剤が沈降し、絶縁基板付近での充填剤の濃度が高くなる。その結果、第 2 の樹脂組成物と絶縁基板との界面から浸入する水分等を防止でき、また、絶縁基板と第 2 の樹脂組成物との界面近傍での熱膨張係数の差が小さくなるので剥離、亀裂が発生し難くなる。さらに溶剤により第 1 の樹脂組成物と第 2 の樹脂組成物とが溶着するので第 1 の樹脂組成物と第 2 の樹脂組成物との密着強度が強まる。

##### （実施例）

以下、図面を参照しながら実施例を説明をす

- 6 -

る。

第1図は本発明の第1の実施例に係る半導体装置の断面図を示し、第2図は同半導体装置の平面図を示している。なお、第1図は第2図の半導体装置のA-A線に沿った断面図である。

これを製造工程に従い説明すると、最初、半導体素子11の電極、すなわちアルミボンディングパッド上に、銅パンプをコアとし、電気メッキにより半田パンプ12を形成する。次に、厚さ1mm程度の無アルカリガラスからなる絶縁基板13上に、ITO (Indium Tin Oxide)、クロム、金をそれぞれ厚さ1000Å、1000Å、2000Å程度に蒸着し、この金属積層膜をパターニングして配線14を形成する。

次に、パンプ12と配線14との位置合わせを行い、半導体素子11と絶縁基板13とをフェイスダウンで接合する。このときの位置合わせの方法として、半導体素子11と絶縁基板13とにそれぞれ位置合わせ用のマークを設け、対応するマーク同士を一致させることにより位置合わせして

- 7 -

状態にし、このエポキシ樹脂15をフェノール硬化エポキシ樹脂16で覆い、両エポキシ樹脂15、16を同時に硬化する方法を採用したのは、この方法が最もエポキシ樹脂15、16間の密着性が良くなるからである。

上述したフェノール硬化エポキシ樹脂16として第1表に示したものが使用できる。例えば、住友化学社製の多官能エポキシ樹脂(ESX-221)、昭和高分子社製のフェノール樹脂(BRG-556)、東芝セラミック社製のシリカ充填材、UCC社製のシランカップリング剤、三菱化成社製のカーボンブラック、四国化成社製のイミダゾール系触媒、一般市販の酢酸セロソルブ、トルエン、MEKをそれぞれ13、2、6、0、80、0、0、5、0、3、0、1、6、0、6、0、6、0重量部で組成したものを用いる。

- 9 -

もよい。

次に、半導体素子11と絶縁基板13との間の隙間に、第1の樹脂組成物として例えば、溶剤を含まないエポキシ樹脂15を含浸する。そして、エポキシ樹脂15が半導体素子11と絶縁基板13との間の隙間を埋めてパンプ12を封止したら、所定の硬化条件よりも緩やかな条件でエポキシ樹脂15を硬化させ半硬化状態に保つ。

次に第2の樹脂組成物としてフェノール硬化エポキシ樹脂16を用いて、エポキシ樹脂15が露出しないように覆う。このとき第1図、第2図に示すように、フェノール硬化エポキシ樹脂16が半導体素子11の裏面を覆い半導体素子11を保護すると共に、フェノール硬化エポキシ樹脂16と半導体素子11及び絶縁基板13との密着強度を強め、半導体素子11と絶縁基板との接合を強固なものとする。

この後、エポキシ樹脂15、16を同時に本硬化して半導体素子11及び絶縁基板13との接合が完成する。ここで、エポキシ樹脂15を半硬化

- 8 -

表 1

多官能エポキシ樹脂	(ESX-221)	住友化学	13.2	10.8	7.2	4.9	-
フェノール樹脂	(BRG-556)	昭和高分子	6.0	-	-	-	-
フェノール樹脂	(XL-225L)	三井東洋	-	8.4	6.0	5.9	5.34
絶縁化エポキシ樹脂	(AER-755T)	旭化成工業	-	-	6.0	5.9	14.7
クレゾールノボラック樹脂	(ESCH-195)	住友化学	-	-	-	2.4	-
シリカ充填材		東芝セラミック	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
シランカップリング剤		UCC	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
カーボンブラック		三菱化成	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
イミダゾール系触媒		四国化成	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
酢酸セロソルブ		一般市販	6.0	18.0	18.0	18.0	18.0
トルエン		一般市販	6.0	-	-	-	-
MEK		一般市販	6.0	-	-	-	-

(重量部)

- 10 -

このようにして製造された半導体装置では、パンプ 12 を封止したエポキシ樹脂 15 がフェノール硬化エポキシ樹脂 16 により覆われているので、エポキシ樹脂 15 とパンプ 12 の界面から浸入する水分等を防止できる。また、エポキシ樹脂 16 は溶剤を含むので傾斜材料の役割を果たすため、エポキシ樹脂 16 中の組成物に浮沈が生じ、硬化する際に比重の重い充填剤が沈降し、絶縁基板 13 とエポキシ樹脂 16 との接合面近傍で充填剤の濃度が高くなる。その結果、絶縁基板 13 とエポキシ樹脂 16 との接合面に水分等が入り難くなり、耐湿性が向上する。また充填剤と絶縁基板 13 との熱膨張係数の差は小さいため、絶縁基板 13 に接合するエポキシ樹脂 16 の熱膨張係数が絶縁基板 13 のそれに近付き、剥離や亀裂が生じ難くなり、耐熱衝撃性が向上する。またエポキシ樹脂 16 に含まれる溶剤により、僅かであるが、エポキシ樹脂 15 が溶かされ、溶着が生じ、エポキシ樹脂 15 とエポキシ樹脂 16 との密着強度が強くなり信頼性が向上する。

- 11 -

この実施例が先に説明した実施例と異なる点は、フェノール硬化エポキシ樹脂 16 a が半導体素子 11 の裏面を覆わないで、溶剤を含まないエポキシ樹脂 15 を封止したことにある。このようにして製造された半導体装置では、半導体素子 11 がエポキシ樹脂 16 a により保護されず露出するが、耐環境試験の結果は第 1 の実施例のそれと較べても遜色なく、信頼性が向上したのを確認した。

第 4 図に本発明の第 3 の実施例に係る半導体装置の断面図を示す。なお、第 1 図と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

この実施例が第 1、第 2 の実施例と異なる点は、半導体素子 11 と絶縁基板 13 との間の隙間をエポキシ樹脂 15 で完全に埋めていないことにある。すなわちエポキシ樹脂 15 a は、パンプ 12 を封止するのに必要な部分だけ半導体素子 11 と絶縁基板 13 との間の隙間を埋めている。

この実施例では、中央部分に空気が存在しているが、これにより信頼性が損なわれることはなく、先の実施例と同様の効果が得られた。

- 13 -

本実施例のように、パンプ 12 を溶剤を含まない第 1 の樹脂組成物で封止し、更にこの第 1 の樹脂組成物を溶剤を含む第 2 の樹脂組成物で覆うことで、耐湿性、耐熱衝撃性が改善され、信頼性の高い半導体装置を得ることができる。

なお、本実施例では半硬化状態のエポキシ樹脂 15 をフェノール硬化エポキシ樹脂 16 で覆った後、両エポキシ樹脂 15、16 を同時に硬化させたが、必要に応じて、例えば製品形態や仕様状況に合わせて、所定の硬化条件で硬化させたエポキシ樹脂 15 をエポキシ樹脂 16 で覆ってもよい。逆に、半導体素子 11 と絶縁基板 13 との間の隙間に含浸した直後のエポキシ樹脂 15、すなわちほとんど硬化していない状態でエポキシ樹脂 15 をエポキシ樹脂 16 が覆い、両エポキシ樹脂 15、16 を同時に硬化させてもよい。

第 3 図には本発明の第 2 の実施例に係る半導体装置の断面図が示されている。なお、第 1 図と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

- 12 -

本発明者等は、第 1 図、第 3 図、第 4 図に示される構成の半導体装置と、第 6 図に示される構成の半導体装置との耐環境性を実際の装置を用いて調べてみた。

-40~100℃で 1 サイクル各 30 分の熱衝撃試験を行ったところ、第 1 図、第 3 図、第 4 図に示される構成の半導体装置の 600 サイクル後におけるそれぞれのパンプ接合部分の抵抗は約 1 Ω 以下であったが、第 6 図に示される構成の半導体装置では 300 サイクルを経過しないうちに、樹脂 5 に亀裂が入り接続が取れなくなる部分が生じた。

また、70℃、90% R.H. の高温高湿放置試験を行ったところ、第 1 図、第 3 図、第 4 図に示される構成の半導体装置の 1000 H 後におけるそれぞれのパンプ接合部分の抵抗は、約 1 Ω 以下で安定であったが、第 6 図に示される構成の半導体装置では、600 H でパンプ接合部分に不良が生じた。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるも

- 14 -

のではない。実施例では溶剤を含まない第1の樹脂組成物としてエポキシ系の樹脂を用いたが、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂等を用いても同様の効果が得られる。要は、半導体素子11と絶縁基板13との間の隙間に含浸可能で、半導体素子11と絶縁基板13との間の隙間に充填されてもほぼ一様に硬化可能な性質を有する溶剤を含まない樹脂組成物であればよい。また、上記実施例では、溶剤を含む第2の樹脂組成物としてエポキシ系の樹脂であるフェノール硬化エポキシ樹脂16を用いたが、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、ブタジエン系樹脂等を用いても同様の効果が得られる。要は、傾斜材料となり充填剤が沈降して耐湿性、耐熱衝撃性を向上させるものであればよい。

また、上記実施例では半導体素子11と絶縁基板13とをバンプ12を介して接合させた後に、エポキシ樹脂15でバンプ12を封止したが、予め絶縁基板13上にエポキシ樹脂15をポッティングして、半導体素子11と絶縁基板13とを接

- 15 -

コアの金属は必ずしも必要ではない。また、半田バンプ12を形成する際、電気メッキを用いず、真空蒸着法を用いて半田バンプ12を形成したり、溶融半田中に半導体素子11を浸漬させて半田バンプ12を形成してもよい。さらにまた、使用する製品や製造工程に応じて錫と鉛との割合を変えたり、他の金属材料を用いて半田以外のバンプ材料を用いてもよい。例えば、液晶表示装置等のように温度条件が制約される製品には、インジウム、ビスマス、カドニウム等の低融点の金属を用いてバンプを形成してもよい。また、バンプの耐腐食性を図りたい場合には、銀、アンチモン等のバンプ材料を用いるとよい。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、樹脂に水分が浸入するのを防止でき耐湿性が改善される。また、絶縁基板と樹脂との接合面での熱膨脹率の差が小さくなるので耐熱衝撃性も改善される。その結果、耐環境性が向上し、信頼性の高い半導体装置を得ることが

- 17 -

合してもよい。この場合、配線14とバンプとは絶縁性接着剤を介して接続されているので、半田バンプ12のように接続用材料で構成されたバンプを用いる必要がなくなるので、金、銅等のバンプ材料を用いることが可能となる。また、第1の樹脂組成物としてエポキシ系樹脂以外に、前述したアクリル系樹脂、シリコン系樹脂等の樹脂を用いても同様の効果が得られるのは勿論のことである。

また、無アルカリガラス以外の絶縁基板13の材料として、セラミック、ガラスエポキシ、金属コア、ポリイミドまたは紙フェノール等を用いてもよい。また、ITO、クロム、金の積層膜以外の配線14の材料としては、ニッケル、銅、チタン、ITO、クロム、アルミニウム、モリブデン、タンタル、タングステン、金、銀、パラジウムあるいはこれら配線材料を複数組合わせたものを用いてもよい。

なお、上記実施例では銅バンプをコアとし、電気メッキを用いて半田バンプ12を形成したが、

- 16 -

できる。

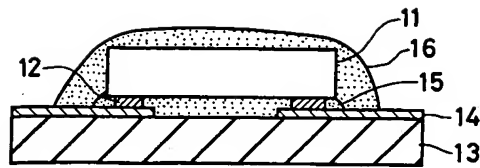
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例に係る半導体装置の断面図、第2図は同半導体装置の平面図、第3図は本発明の第2の実施例に係る半導体装置の断面図、第4図は本発明の第3の実施例に係る半導体装置の断面図、第5、第6図は従来の半導体装置の断面図である。

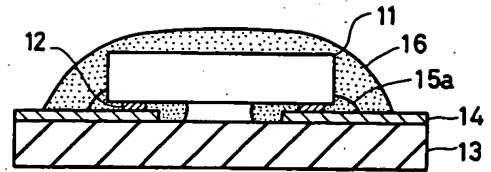
11…半導体素子、12…バンプ、13…絶縁基板、14…配線、15、15a…エポキシ樹脂、16、16a…フェノール硬化エポキシ樹脂。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

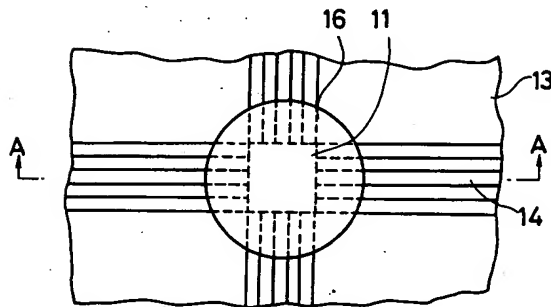
- 18 -



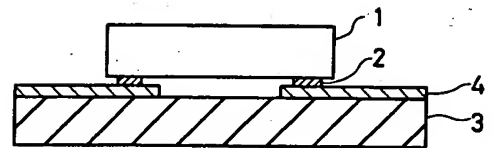
第 1 図



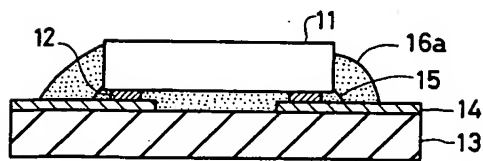
第 4 図



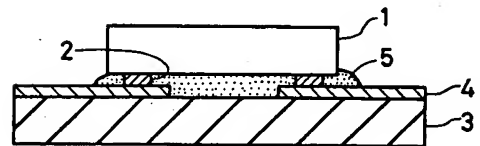
第 2 図



第 5 図



第 3 図



第 6 図



第1頁の続き

②発 明 者 東 道 也 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合  
研究所内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**